

# **CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE HORMIGÓN VISTO**

**Pacios Álvarez, Antonia; Montero Fernández de Bobadilla, Eduardo**

## **INTRODUCCIÓN**

La edificación singular demanda cada vez más el empleo de materiales de altas prestaciones, que en el caso del hormigón, además de una resistencia y durabilidad elevada, se exige una apariencia uniforme y alta calidad superficial.

En el caso del hormigón vibrado, una vez definidas las características del material en estado fresco, la responsabilidad sobre la calidad superficial finalmente conseguida recae fundamentalmente sobre el constructor que es quien coloca y compacta el hormigón. Sin embargo, en el caso del HAC, la inexistencia de compactación puede hacer que el constructor, aun habiendo controlado la idoneidad de la mezcla respecto a alguna de las medidas de autocompactabilidad, se encuentre en situación de incumplimiento de la calidad superficial requerida. Con el objeto de evitarlo ha sido necesario que la calidad requerida se haya pactado previamente tras la elaboración de elementos prototipo y para ello se han utilizado superficies de referencia.

Independientemente del hormigón que se utilice, esta situación pone de manifiesto la importancia de alcanzar una metodología que, teniendo en cuenta las características de la aplicación, permita definir rangos de aceptabilidad de las calidades superficiales como ya recogen recomendaciones internacionales.

## **SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE CALIDAD SUPERFICIAL DEL HORMIGÓN VISTO**

Desde el punto de vista científico, numerosos autores han estudiado el efecto de los pigmentos en la reología del material, por ejemplo, o los parámetros que afectan la homogeneidad del color y textura del hormigón arquitectónico [1, 2, 3, 4, 5]. Sin embargo, desde el punto de vista tecnológico se han encontrado pocos estudios de investigación que presenten una identificación de defectos superficiales y metodologías para la cuantificación de defectos de superficies de estructuras hormigonadas in situ [6, 7, 8]. Estos estudios detallan aplicaciones a obras concretas y no siempre está contemplada la extensión a un método general de clasificación.

Ante esta falta de consenso, en los últimos años, las asociaciones de fabricantes de hormigón o encofrados han liderado los temas relacionados con acabados de hormigón visto y han realizado un esfuerzo por documentar y establecer criterios de clasificación de superficies de hormigón [9, 10, 11, 12, 13]. Todas estas recomendaciones son de aplicación en el ámbito territorial de origen, aunque algunas (por ejemplo la alemana) han sido traducidas y se utilizan más ampliamente.

En la Tabla 1 se presentan aquellos sistemas de clasificación más relevantes. Se han ordenado por año de realización, lo que permite observar cómo las más recientes incorporan un sistema de clasificación integrado, incluyendo por ejemplo exigencias de la etapa de planificación. Es importante destacar que las tres últimas hacen referencia también los documentos que se deben incorporar en el proyecto.

**Tabla 1. Revisión de sistemas de clasificación de superficies de hormigón visto**

<b>SISTEMA</b>	<b>NIVELES</b>	<b>CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE EXIGENCIAS</b>	<b>EXIGENCIAS</b>	
<b>CIB W49 (1979)</b>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posición relativa del elemento</li> <li>• Tipo de defectos</li> </ul>	4	Variación de forma Manchas y defectos superficiales Burbujas Variación de color
<b>Nueva Zelanda (2004)</b>	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de defectos</li> </ul>	4*	Planeidad Color Irregularidades físicas Acabados
<b>Alemana (2004)</b>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de defectos <ul style="list-style-type: none"> <li>– Exigencias esenciales</li> <li>– Otros exigencias</li> </ul> </li> </ul>	5 + 2	Textura Porosidad Uniformidad de color Planeidad Juntas de encofrado Tipos de encofrado Prototipo
<b>Austriaca (2009)</b>	4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de defectos</li> <li>• Actividades</li> </ul>	4**	Planificación y oferta Superficies de hormigón Ejecución de la construcción Encofrado y desencofrante
<b>Australia (2010)</b>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Defectos o características visuales</li> </ul>	6	Porosidad Deformación Cejas Ondulaciones Planeidad Alineación

\*Se presentan hasta 16 sub-exigencias, tales como decoloración, polvo, eflorescencias, descantillados, ... la mayoría de ellos no son cuantitativos.

\*\*Se establece un hasta 13 exigencias a utilizar tanto en clasificaciones cerradas como libres.

## **NIVELES DE CLASIFICACIÓN ACHE**

Después de comparar y analizar los sistemas empleados por otros países y que se están utilizando con una cierta normalidad en construcciones singulares, se ha elaborado una estructura de clasificación de cuatro niveles, función de la calidad superficial del hormigón, y por lo tanto relacionada con exigencias vinculadas a la calidad superficial, como por ejemplo porosidad, homogeneidad de color, planeidad y juntas. Se busca seleccionar principalmente parámetros objetivos.

Adicionalmente se presentan otras exigencias vinculadas, aunque no utilizadas para la clasificación, que consideradas como actividades previas, facilitarán la obtención de las calidades superficiales deseadas. Estos criterios están relacionados con la planificación y oferta de la obra (detalles técnicos, definición del Pliego de Condiciones, equipo de expertos,...) y con la adecuada selección de sistema de encofrado y tipo, así como de la compatibilidad entre encofrado y desencofrante.

La Tabla 2 presenta la estructura de cuatro niveles que permite discriminar entre

calidades bajas y elevadas. Siempre será posible utilizar una clase de definición libre, utilizando independientemente los criterios presentados en este documento, así como otros tales como color, aristas, textura, replanteo de anclajes, tratamiento de los puntos de anclaje, etc.

**Tabla 2. Clasificación del hormigón visto, atendiendo a la calidad superficial**

CLASIFICACIÓN ACHE		EXIGENCIAS UTILIZADAS PARA LA CLASIFICACIÓN						SUPERFICIE DE REFERENCIA
Clasificación	Ejemplos	Porosidad superficial	Homogeneidad de color	Planeidad	Juntas			
					Juntas de construcción	Juntas de paneles de encofrado	Juntas de tablero de encofrado	
HV1	1	P1	HC1	PI1	JC1	JP1	JT1	Opcional
HV2	2	P2	HC2	PI2	JC1	JP2	JT1	Recomendada
HV3	3	P3	HC3	PI3	JC2	JP3	JT1	Obligatoria
HV4	4	P4	HC4	PI4	JC2	JP3	JT2	Obligatoria

Las dimensiones de la superficie de referencia se deberán acordar previamente; puede estar contenida en un elemento prototipo de dimensiones mayores.

Las Figuras 1 a 4 muestran algunos ejemplos sobre la adecuación del tipo de edificación y el sistema de clasificación de superficies de hormigón visto, según se identifican en la columna 2 de la Tabla 2.



**Figura 1. Clasificación HV1: Superficies de hormigón con bajas exigencias arquitectónicas, como por ejemplo muros de sótano o zonas de uso principalmente industrial.**



**Figura 2. Clasificación HV2: Superficies de hormigón con exigencias arquitectónicas normales, como por ejemplo muros de contención o cajas de escalera.**



**Figura 3. Clasificación HV3: Superficies de hormigón con elevadas exigencias arquitectónicas, como por ejemplo fachadas de edificios.**



**Figura 4. Clasificación HV4: Superficies de hormigón de especial importancia arquitectónica, elementos relevantes de edificios.**

Se pueden incorporar otras exigencias vinculadas a la clasificación aunque no se plantean como críticas para la clasificación del hormigón visto, dado que no están relacionadas con el acabado superficial sino con actividades complementarias, como por ejemplo el sistema de encofrado o la relación encofrado-desencofrante.

## COMENTARIOS FINALES

La clasificación presentada es resultado de un estudio detallado de las recomendaciones existentes, considerando la viabilidad de implementación y adaptándolas a las características propias de nuestras construcciones. El empleo de la misma se deberá realizar con criterios técnicos que se correspondan con las características de los edificios y la distancia desde las que se van a observar. Esto quiere decir que un hormigón visto, independientemente de la categoría, deberá seguir unos criterios de diseño y planificación que le garantice cumplir las exigencias y se deberá documentar que ha sido diseñado como hormigón visto.

Se debe destacar finalmente que, independientemente del esfuerzo que se ha realizado por definir las exigencias objetivamente, la superficie de referencia tiene un papel muy importante para fijar los criterios de aceptación de las exigencias involucradas y se deberá recurrir a ellas como primera alternativa: su empleo es obligatorio para las categorías HV3 y HV4.

## REFERENCIAS

- 1.- **Carvalho de Arruda, F.**(2000). Variación del color y textura de hormigones vistos, con adicción de pigmentos inorgánicos, sometidos a distintos estados de

- exposición ambiental, Tesis doctoral ETSI de Caminos, UPM.
- 2.- **Chichón S., García J., López-Atalaya M., Linares A., y Vera R.** (2004). "Cement paste colouring in concretes", en *Cement and Concrete Research* 34 (2004) 1987–1991.
  - 3.- **López, A. Tobes, J.M., Torrijos, M., Barragán B., Giaccio, G. and Zerbino, R.** (2007) "Effect of pigments on the rheological properties of mortars for self-compacting concrete", en 5th Int. RILEM Symposium on SCC, Ghent, Belgium, ISBN: 978-2-35158-050-9, Vol. 1, pp. 309-314.
  - 4.- **Positieri, M.** (2005). Propiedades físico mecánicas y durabilidad del hormigón coloreado, Tesis doctoral, facultad regional de Córdoba de la Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.
  - 5.- **ACHE**, (2003). Estructuras y edificación E9. Hormigones de ejecución especial (seis tipos).
  - 6.- **EFNARC**, (2005). The European guidelines for SCC. Specification, production and use, 68 pp.
  - 7.- **Lemaire G., Escadeillas G., Ringot E.** (2005). "Evaluating concrete surfaces using an image analysis process", en *Construction and Building Materials* 19 (2005) 604–611
  - 8.- **A. Pacios, D. González, J.M. Escrivá and V. Climent**, (2008) "Relationship between SCC Specification and Casting Conditions for Architectural SCC and the Effect on Superficial defects", The Third North American Conference on the Design and Use of Self-Consolidating Concrete, November 10-12, Chicago, USA.
  - 9.- **CIB WORKING COMMISSION W 29**, (1971). Tolerances on blemishes of concrete, CIB report nº 24, Tolerances on blemishes of concrete; Report prepared by CIB Working Commission W29 "Concrete Surface Finishings", Rotterdam 8 p.
  - 10.- **DEUTSCHER BETON – UND BAUTECHNIK – VEREIN E.V.**, (2008). *Sichbeton*, 50 pp.
  - 11.- **ÖSTERREICHISCHEN VEREINIGUNG FÜR BETON-UND BAUTECHNIK (ÖVBB)**, (2009). *Richtlinie Sichbeton – Gesaltete Betonflächen*, , 73 pp.
  - 12.- **CEMENT AND CONCRETE ASSOCIATION OF NEW ZEALAND**, (1989). *IB33 - Specification and Production of Concrete Surface Finishes*, ISSN 0114-8826, 28 pp.
  - 13.- **AUSTRALIAN STANDARDS**, (1995). *AS3610 – Formwork for concrete. Section 3: Surface finish*, 71 pp.

## CURRICULO

**ANTONIA PACIOS ÁLVAREZ**, Dr. Arquitecto por la UPM y profesor Titular de la ETSI Industriales, UPM.

Además de la labor docente en el área de conocimiento de Ingeniería de Construcción, su labor de investigación de centra en las líneas:

- Tecnología de hormigón: Técnicas experimentales avanzadas para la medida de propiedades en hormigones frescos y endurecidos. Aditivos especiales para modificar la reología del hormigón o la durabilidad. Optimización de hormigones autocompactables. Hormigón con fibras
- Seguridad y sostenibilidad: Determinación de sistemas experimentales para la medida de roturas ante impacto de materiales frágiles de aplicación en edificaciones. Industrialización de la construcción al servicio la seguridad en el trabajo y uso.
- Competencias en la dirección de proyectos de construcción.

Ha participado en catorce proyectos de investigación (Internacionales financiados por la CE, y Nacionales financiados por el MCYT y Comunidades autónomas), en Acciones de cooperación Científica y Técnica Internacional y en diecisiete contratos de relevancia científica con la industria.

Relacionado con esta ponencia conviene destacar que es miembro del grupo de trabajo 8.9 de la fib "Aesthetics in concrete" y del grupo de trabajo ACHE GT3/12 "Hormigón visto".

**EDUARDO MONTERO FERNÁNDEZ DE BOBADILLA**. Arquitecto Técnico por la UPM y socio de la Oficina de Proyectos GOP.

La empresa tiene más de veinte artículo publicados y siete libros, entre los que cabe destacar "Puesta en obra del hormigón" que se ha convertido en una referencia para todos los agentes involucrados con el material.

Los proyectos profesionales destacan en los grupos de edificios aeroportuarios, edificios singulares, vivienda, también en el área de urbanismo, y su trabajo se ha visto reconocido con premios como el de I PREMIO A LA EXCELENCIA Y MEJORES PRÁCTICAS. Concedido por Aena -Aeropuertos Españoles- a GOP Oficina de Proyectos S.A. por su Gestión de la Información Generada durante la Dirección de Obra.

Relacionado con esta ponencia cabe destacar que es el coordinador del grupo de trabajo ACHE GT3/12 "Hormigón visto", y que ha incorporado al mismo representantes de todos los gremios relacionados con el hormigón visto.